

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

5

MENU

SEARCH

INDEX

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 05252598

(43)Date of publication of application: 28.09.1993

(51)Int.Cl.

H04S 1/00  
G06F 15/31  
H04R 1/10  
// H04M 1/05

(21)Application number: 04049131

(71)Applicant:

NIPPON TELEGR & TELEPH CORP  
<NTT>

(22)Date of filing: 06.03.1992

(72)Inventor:

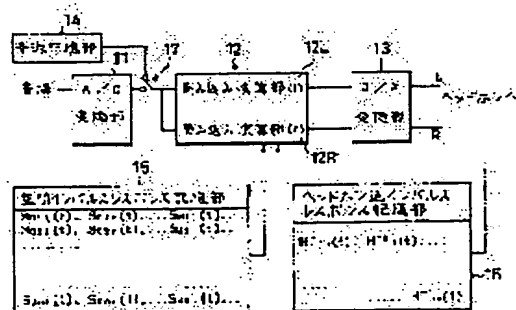
HAYASHI SHINJI  
SHIMADA MASA HARU

(54) NORMAL HEADPHONE RECEIVER

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To solve the problem of requiring the measurement of the space impulse information and ear head phone response information for each person in order to provide a good sense of localization and a good sense of direction normal in the localization headphone receiver fixing the acoustic image over the head with the use of an ear headphone and an acoustic image normal filter.

**CONSTITUTION:** With a convolution arithmetic operation section 12, an acoustic image normal filter simulating the transmission characteristic of space is made, a space impulse response storage section 15 storing the filter coefficient of the section 12 as the set of a small number of typical filter coefficient and a headphone reverse impulse response storage section 16 are provided. With the database of these storage sections 15 and 16, the most suitable acoustic image normal filter for a specific user is selected and generated. Thus, a good sense of localization and a good sense of direction normal can be presented without requiring a response measurement for each user.



LEGAL STATUS

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-252598

(43)公開日 平成5年(1993)9月28日

(51)IntCl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
H 0 4 S 1/00		L 8421-5H		
G 0 6 F 15/31		A 8320-5L		
H 0 4 R 1/10	1 0 1	Z		
// H 0 4 M 1/05		A 9077-5K		

審査請求 未請求 請求項の数2(全7頁)

(21)出願番号 特願平4-49131

(22)出願日 平成4年(1992)3月6日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 林 伸二

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 島田 正治

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

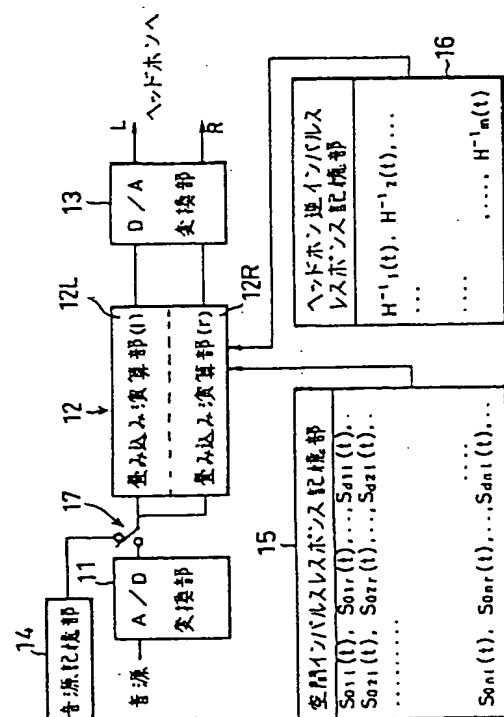
(74)代理人 弁理士 志賀 富士弥

(54)【発明の名称】 頭外定位ヘッドホン受聴装置

(57)【要約】

【目的】 両耳ヘッドホンと音像定位フィルタを用いて頭外に音像を定位させる頭外定位ヘッドホン受聴装置において、個人毎に空間インパルス情報、実耳ヘッドホンレスポンス情報を測定しなければ、十分な頭外感、方向定位感が得られないという困難を解消する。

【構成】 畳み込み演算部12を用いて空間の伝達特性を模擬する音像定位フィルタを構成し、これに畳み込み演算部12のフィルタ係数を設定するデータを予め少数の典型的なフィルタ係数のセットとして記憶させておく空間インパルスレスポンス記憶部15とヘッドホン逆インパルスレスポンス記憶部16を設ける。これらの記憶部15、16のデータベースを用いて、特定利用者に最適な音像定位フィルタを選択、生成する。これにより、利用者毎のレスポンス測定なしに、受聴者に十分な頭外感、方向定位感が得られるようする。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 両耳ヘッドホンと、空間の伝達特性を模擬する音像定位フィルタとを用いて音像を頭外に定位させる頭外定位ヘッドホン受聴装置において、音像を発生させるために必要な逆ヘッドホンレスポンスと空間レスポンスを畳み込んだ結果からなる音像定位フィルタのフィルタ係数の設定データを、選択してダウンロード可能にあらかじめ少数の典型的なフィルタ係数のセットとして記憶しておく記憶部を備えることを特徴とする頭外定位ヘッドホン受聴装置。

【請求項2】 請求項1記載の記憶部のフィルタ係数のセットが、個人音像定位フィルタを形成するために、多数の人のあらかじめ測定した空間インパルスレスポンスと実耳ヘッドホンレスポンスを人間の聴覚特性に対応する特徴パラメータベクトルに変換した後、クラスタリングを行って少数に縮約したデータであることを特徴とする頭外定位ヘッドホン受聴装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、両耳ヘッドホンと音像定位フィルタを用いて頭外に音像を定位させる受聴装置において、従来は個人毎に空間インパルス情報、実耳ヘッドホンレスポンス情報を測定しなければ、十分な頭外感、方向定位感が得られず実用にならないという困難を解消する頭外定位ヘッドホン受聴装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 一般的なヘッドホンで受聴する場合、頭内に音像が定位し、不快感や疲労感を与える問題がある。これを解消するものが、頭外に音像を定位させる方式である。まず、頭外音像定位の原理を以下に説明する。

【0003】 図4(イ)、(ロ)、(ハ)は、この発明の基となる頭外音像定位の原理を説明した図である。図4(イ)は、実空間中の音源位置から人間の両耳で音像位置(定位)を認知する例を、図4(ロ)は、電気情報信号によってラウドスピーカを音源として定位を認知する例を、図4(ハ)は、電気情報信号からヘッドホンを通じて音源をスピーカ位置に定位させるため真の伝達関数を模擬するフィルタを通して処理する例を示している。図において、 $Source(s)$ は音源の音響信号、または、その変換された電気信号、 $Space(s)$ は音源から外耳道測定点までの空間伝達関数を示すインパルスレスポンスのフーリエ変換、 $S(s)$ は音像定位制御フィルタ、 $Sp(s)$ はラウドスピーカを用いた仮想音源、 $H(s)$ はヘッドホンの電気入力から実耳の外耳道内測定点までの特性、 $Pres_i(s)$ ,  $i=1, 2, 3$ は外耳道内測定点の音圧を表す。これらの記号中の $s$ は $s=e^{j\omega}$ である。

【0004】 実空間中で人が外耳道内測定点で受ける音

2

圧 $Pres_1(s)$ は、 $Pres_1(s) = Source(s) * Space(s)$ である。実空間中のラウドスピーカを用いた仮想音源による音圧 $Pres_2(s)$ は、 $Source(s)$ を電気信号に変換するマイクロホンの特性を理想的なものとすると、電気信号 $Source(s)$ は実空間中の音響信号と同一で、 $Pres_2(s) = Source(s) * Sp(s) * Space(s)$ となる。通常、 $Sp(s)$ は、平坦な特性のものを用いるため、図4(イ)、(ロ)のいずれの場合も音源の位置に音像を感じることになる。図4(ハ)の場合には、 $Pres_3(s) = Source(s) * S(s) * H(s)$ となる。 $S(s)$ は音像定位感の制御を行うフィルタの伝達特性であり、 $S(s) = Space(s) * H^{-1}(s)$ とすれば、 $Pres_3(s) = Pres_1(s)$ となり、人はあたかも実空間で音源位置から音が発されているかのように感じる。

【0005】  $Space(s)$ は、図4(ロ)において、スピーカから広帯域雑音を発生し、元の雑音信号と、測定点で収録した信号からクロススペクトラム法を用いて求めることができる。 $H(s)$ は、ヘッドホンの電気入力信号と、外耳道内の測定点で収録した信号から、同様にクロススペクトラム法を用いて求められる。ついで、 $H(s)$ の逆特性 $H^{-1}(s)$ は、 $H(s)$ に零点がなければ存在し、例えば、最小二乗法を用いて求めることができ、 $S(s) = Space(s) * H^{-1}(s)$ を得る。 $S(s)$ は、時間領域に逆変換し、インパルスレスポンスとして原信号に畳み込む。

【0006】 畳み込みの演算を行う装置を図5に示す。図5において、1は入力信号、2はA/D変換器、3は右耳用畳み込み演算器、4は右耳用畳み込み演算器、5、6はD/A変換器、7はヘッドホンである。A/D変換器2、畳み込み演算器3、4、D/A変換器5、6は図4の音像定位制御フィルタを構成している。入力信号1はA/D変換器2でデジタル信号に変換され、畳み込み演算器3と4に入力される。畳み込み演算器3、4は、原信号に複数の1サンプル遅延素子 $Z^{-1}$ が従属に接続され、原信号および各遅延信号にフィルタ係数 $M_1 \sim M_n$ または $M_1 \sim M_n$ が乗じられてその総和が出力されるデジタルフィルタから成る。畳み込み演算器3、4により原信号にインパルスレスポンスを畳み込まれた信号は、右耳用ではD/A変換器5を介し、左耳用ではD/A変換器6を介して、アナログ信号に変換されヘッドホン7へ出力される。この装置を用いることにより、ヘッドホン7を介して外耳道中の測定点に図4(ロ)の場合とほぼ同一の音波を発生させることができる。これにより、人間はあたかも頭外のラウドスピーカから信号音が発生しているかのように知覚し、一般的なヘッドホン受聴時に感じる頭内音像定位と言う不快な問題が解決される。

【0007】

3

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の頭外音像定位の技術では、Space (s)、H (s) は、いずれも使用者個人の頭音、外耳道形状等に大きく影響されるため、この方式が性能を発揮するためには、各使用者毎にレスポンス情報の測定を行う必要があった。測定には、図4 (ロ)、(ハ)において、Source (s) を発生すると同時にPres<sub>2</sub> (s)、または、Pres<sub>3</sub> (s) を観測するシステムと、頭外感を達成するに適した室内音響特性を有する測定室が必要であった。このような測定はどこでも安価に行えるものではなく、また、専門の知識を有するオペレータを必要とする欠点があった。これは、該方式の普及を妨げる要因となっている。

【0008】本発明は、上記問題点を解消するためになされたものであり、その目的は、両耳ヘッドホンと音像定位フィルタを用いて頭外に音像を定位させる頭外定位ヘッドホン装置において、従来は個人毎に空間インパルス情報、実耳ヘッドホンレスポンス情報を測定しなければ、十分な頭外感、方向定位感が得られず実用にならないという困難を解消する頭外定位ヘッドホン受聴装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明の頭外定位ヘッドホン受聴装置においては、両耳ヘッドホンと、空間の伝達特性を模擬する音像定位フィルタとを用いて音像を頭外に定位させる頭外定位ヘッドホン受聴装置において、音像を発生させるために必要な逆ヘッドホンレスポンスと空間レスポンスを畳み込んだ結果からなる音像定位フィルタのフィルタ係数を、選択してダウンロード可能にあらかじめ少数の典型的なフィルタ係数のセットとして記憶しておく記憶部を備えることを特徴としている。

【0010】

【作用】本発明の頭外定位ヘッドホン受聴装置では、両耳ヘッドホンで受聴したときの音像を頭外に定位させるために空間の伝達特性を模擬する音像定位フィルタのフィルタ係数を、予め記憶部に記憶してあるフィルタ係数のセットに関するデータベースを用いて選択してダウンロードし、特定利用者に最適な個人頭外音像定位フィルタを容易に選択、生成させる。これにより、利用者毎のレスポンス情報の測定なしに、受聴者に十分な頭外感、方向定位感が容易に得られるようにしている。

【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例を、図面を参照して詳細に説明する。

【0012】図1は本発明の第1の実施例の構成図を示す。図中、11はA/D変換部、12は畳み込み演算部、13はD/A変換部、14は音源記憶部、15は空間インパルスレスポンス記憶部、16はヘッドホン逆インパルスレスポンス記憶部、17は入力切り換えス

4

ッチである。A/D変換部11の入力は試験用音源に接続されている。畳み込み演算部12は、左耳用畳み込み演算部(1)12Lと、右耳用畳み込み演算部(r)12Rを備え、各出力は2チャンネルを持つD/A変換部13の各チャンネルでアナログ信号に変換されて図略の耳栓型やインナーイヤホン型を含む両耳ヘッドホンに出力される。畳み込み演算部12の入力は切り替えスイッチ17を介して切り替えによりA/D変換部11のデジタル変換出力または音源記憶部14の出力に接続可能になっている。

【0013】図1の構成は、空間の伝達特性を模擬して音像を頭外に音像を発生させるために必要な音像定位フィルタ(逆ヘッドホンレスポンスと空間レスポンスを畳み込んだ結果からなるフィルタ)を示している。本実施例は、分類によって生成した音像定位フィルタを用いる頭外定位ヘッドホン装置の実施例であり、記憶部15、16を設け、その中に選択によりダウンロード可能に、あらかじめ少数の典型的なフィルタ係数のセットをデータベースとして記憶しておくことを特徴としている。記憶部15、16中のS<sub>011</sub>(t)は正中面、左耳、i番目のレスポンス、S<sub>01r</sub>(t)は正中面、右耳、i番目のレスポンス、S<sub>d11</sub>(t)は方向d、左耳、i番目のレスポンス、H<sub>11</sub>(t)はヘッドホンの逆特性のレスポンスを表している。図では省略しているが、このほかに方向d、右耳のレスポンスも含まれている。本実施例の畳み込み演算部12L、12Rは、それぞれ図5の畳み込み演算器3、4の構成と同様である。

【0014】本実施例において特徴的なものは、音像定位フィルタの係数セットの記憶部15、16と、畳み込み演算部12へのフィルタ係数のダウンロード機能である。フィルタ係数セットの記憶部15、16には、音像定位フィルタに関し、本人の頭部を用いた直接の測定を行うことなく、多数の人に関してあらかじめ測定した空間インパルスレスポンス、及び、実耳に装着したときのヘッドホンレスポンスから、例えば後記するような、特定の使用者に適する個人頭外音像定位フィルタを選択、生成することによりクラスタリングされた、音場空間の各方向とヘッドホン逆特性の代表的インパルスレスポンスが納められている。また、音源記憶部14には、方向定位、頭外感の試験聴取に適した無響室録音の音声、音楽が十数秒程度記録されている。

【0015】利用者は、本装置の使用に先立ち、試験用音源を用いて、順次ダウンロードした音像定位フィルタの聴感を試みることができる。ダウンロードは、空間インパルスレスポンス記憶部15の畳み込み用データとヘッドホン逆インパルスレスポンス記憶部16の畳み込み用データを選択して、これらを乗じて畳み込み演算部12のフィルタ係数を設定することで行われる。それらの試みの中で最も適した音像定位フィルタのインデックスを登録すれば、以後最適な音像定位フィルタを使うこと

5

ができる。従って、本実施例によれば、利用者がインパルスレスポンスの測定を行うことなく、それと等価な効果を得ることができる。

【0016】以下に、本発明の原理と上記実施例における実施アルゴリズムを説明する。

【0017】まず、本発明の原理を説明する。音源から外耳道測定点までの空間伝達関数  $Space(s)$  は、室内音響特性、使用者の頭部伝達特性を含んでいるため、これらの条件に依存する。使用者の知覚にとって最も重要なものは、使用者の頭部伝達特性の個人差であることが知られている。 $H(s)$  は、ヘッドホンを使用者の外耳部に装着したときの電気音響変換特性であり、ヘッドホン特性の個体差と、利用者の外耳道形状、容量、鼓膜インピーダンス等による個人差を含むが、使用者の知覚に重要なものは個人差であることが知られている。

【0018】すでに多数の利用者の、室内における  $Space(s)$ 、および、使用ヘッドホンの各個人に装着時の  $H(s)$  は測定済みである。 $Space(s)$ 、 $H(s)$  の測定法は、たとえば広帯域雑音を用いたクロススペクトル法により得ることができ、その方法は特願平1-59942号「頭外定位ヘッドセット通話システム」(林)に詳しく述べられているとおりである。

【0019】 $Space(s)$ 、 $H(s)$  の個人差は、主に各個人の頭部周辺および、外耳道周辺の形状に依存する。このため、各個人ごとに  $Space(s)$ 、 $H(s)$  を測定しなくても、利用者によく似た形状の被測定者により測定した  $Space(s)$ 、 $H(s)$  を選ぶことができれば、使用者自信の測定は不要である。

【0020】 $Space(s)$ 、 $H(s)$  のデータベースから使用者に適するものを検索するためには、音源に頭外定位フィルタを畳み込み、聴感上最も自然に頭外感を得られるものを選べば良い。しかし、数百件に上るデータベースから逐一聴感を試すことは能率が悪い。そこで、予めデータベース上の  $Space(s)$ 、 $H(s)$  を、それらの類似性を考慮して、かつ、個人差の分布をすべて覆うように分類しておき、その中から選択することとする。この分類により、いくつかの代表的特性のみを記憶することで全特性を表わすことができ、また、最適な特性を与える頭外定位フィルタの選択も容易となる。

【0021】次に、空間伝達特性の分類の方法を説明する。

【0022】ある個人  $i$  に関して測定した方向  $d$  (正面を0、後方を $\pi$ とする。ここでは、便宜上、水平面内の方向で説明するが、3次元の全方向を考慮しても、処理手順は全く同一である。)の空間インパルスレスポンスを  $S_{lat}(s)$ 、 $S_{rat}(s)$  とする。ここに、 $l$  は左耳に達するレスポンス、 $r$  は右耳に達するレスポンスを表す。レスポンスを次数  $n$  のFFT複素スペクトルで表すと、2°点の情報が必要である。

6

【0023】次に最も単純な分類法を述べる。

【0024】ある個人の  $m$  個の方向の左右のレスポンスを次数  $L = m * 2^{(n+1)}$  のベクトルとみなし、 $N$  人のベクトルを例えばLBG法によって  $k$  個のクラスタに分類し、各クラスタのセントロイドを代表レスポンスとする方法である。

【0025】LBG法では、 $L$  次元のベクトル  $N$  個を、まず2つのクラスタに分割する。分割は、 $L$  次元のベクトル空間上で最大の固有値を与える固有ベクトルに直交し、セントロイドを通る超平面による。ただし、この分割超平面は厳密である必要はなく、適当に定めても、この後の逐次最適化処理により救済される。新たに得られた2つのクラスタで、それぞれセントロイドを求め、一方のセントロイドにより近いベクトルをそのクラスタに含まれるとする方法でクラスタを修正する。その修正後のクラスタのセントロイドを改めて求める逐次処理により、クラスタ分割を最適化する。最適化された新たなクラスタについて上記手順を繰り返すことにより、 $k$  個のクラスタが得られる。LBG法によるクラスタ化手順は、例えば文献["John Makhoul, Salim Roucos, and Herbert Gish, "Vector Quantization in Speech Coding", Proceedings of the IEEE, Vol. 73, No. 11, Nov. 1985"]に詳しい。

【0026】この方法は、インパルスレスポンスの物理的特性と、知覚の関係を考慮せず、機械的にベクトルの分布を距離尺度により分類する方法であるが、結果的には十分知覚に対応した分類が行われる性質がある。しかし、一般に  $n$  は8ないし10程度であり、非常に次数の高い(例えば  $m=4$ 、 $n=8$  の時、 $L=8192$ )ベクトルの距離を多数計算し、場合によっては固有値、固有ベクトルの計算もするため、能率の良い方法ではない。

【0027】そこで、計算量とメモリ規模を現実的な値に低下させるために、いくつかの方法がある。一つは、時間領域で重要な部分のみを切りとって使う方法である。これは、図2に示すインパルスレスポンス波形を例にとると、波形全部をクラスタリングにかけることなく、到達時間  $t$  と直接音付近の波形数十サンプルのみを用いること、また、周波数領域で分解能を落とし、 $n$  が5程度のFFTを使うことで実用的な規模の計算量とすることである。

【0028】他方は、距離方向の知覚に関連するパラメータを抽出してからクラスタリングを行うもので、以下に、その知覚との対応を考慮する方法の詳細を述べる。

【0029】人が音源の方向や距離を知覚する手がかりは、方向により異なっていると考えられる。正中面に音源がある場合、左右両耳に同一の波形が加わるため、方向、距離の手がかりはパワースペクトラムである。パワースペクトラムはたとえば線形予測(LPC)分析法により

僅かなパラメータで表すことができ、知覚との対応が良いと言われるLPCケプストラム係数を用いると、12次程度の次数で十分である。

【0030】その計算法は、正中面のインパルスレスポンス  $S_{i,1}(t)$  の自己相関係数から正規方程式を解き、線形予測係数  $a_j$ ,  $j=0, \dots, J$  を求めた後、 $z$  領域の対数スペクトル性質を用いると、逐次、ケプストラム係数  $c_j$ ,  $j=1, \dots, J$  を得ることができる。この方法は文献【古井貞熙「デジタル音声処理」東海大学出版会】に詳しい。一例として、N人の12次LPCケプストラムのベクトルデータを前述のLBG法により、 $k$  個のクラスタに分類する。 $N=200$ ,  $k=8$  としても計算量はわずかである。ケプストラムをパラメータに用いたのは、人の知覚がパワースペクトルのピークに敏感である性質を配慮したものであるが、その他のLPCパラメータである声道反射係数、対数面積比、あるいは、線形予測係数等や、FFTパワースペクトルを用いてもクラスタリングが可能であり、それぞれ効果が得られることは言うまでもない。

【0031】斜め方向に音源がある場合、人は左右の耳に加わるスペクトル、位相の差分に対して非常に敏感である。音源が左方向にあるとき、 $S_{d,1}(s) = S_{r,1}(s) / S_{l,1}(s)$  は、左耳から右耳への伝達関数とみなすことができ、 $S_{d,1}(s)$  は、左右のスペクトルのレベルと位相の差分を表している。 $S_{d,1}(s)$  をクラスタリングすることにより、知覚に対応の良い分類が可能である。パワースペクトルについては、 $S_{d,1}(s)$  に対して前項とまったく同様な処理を行えばよい。位相成分は、比較的単調な関数となる性質があるため、 $n=5$  程度のFFTスペクトルの位相成分を16次元のベクトルとみなしてクラスタリングを行えば十分である。位相成分のクラスタリングを最も単純化した場合は、左右の耳への到着時間差を分類することになる。パワースペクトル、位相の差分のデータを併せて高々28次のベクトルが得られたら、前記のクラスタリング手順を実行すれば良い。

【0032】上記の手順により、たとえば  $N=200$  のインパルスレスポンスデータが  $L=8$  にクラスタリングされ、正中面8種類、斜め方向8種類に分類される。受聴者は、広帯域雑音や無響室録音の音声などの適当な音源を畳み込み、各方向のフィルタを聴感により選択すれば、僅かな手間で最適なフィルタを得ることができる。方向ごとに異なったクラスタのフィルタが選ばれても使用上何の支障もない。

【0033】次にヘッドホン特性の分類を説明する。

【0034】ヘッドホンの特性は音源の方向に無関係であり、また位相成分の個人差が大きな問題になることはないため、パワースペクトラムのクラスタリングを行えば十分である。実際には、逆特性として利用されるが、元のレスポンスでも逆特性でもクラスタリング上は同一に

扱いは得る。正中面の空間スペクトルのクラスタリングの項で示した方法をそのまま用いれば、200人のデータが  $k=8$  程度に、容易に分類される。得られたクラスタから個人に適するものを選ぶときは、空間レスポンスとヘッドホン逆レスポンスをあらかじめ畳み込んだフィルタを用いるよりも別々に選択すればその試行回数は  $k * k$  から  $2 * k$  となり合理的である。

【0035】次に、本発明の第2の実施例を図3により説明する。

【0036】本実施例は、第1の実施例における記憶部15、16に記憶するインパルスレスポンスの分類手順の実施例を示すものであり、図3(イ)は斜め方向の空間インパルスレスポンスのクラスタリング、図3(ロ)は正中面方向の空間インパルスレスポンス、及び、ヘッドホンレスポンスの分類を示す機能ブロック図である。ヘッドホンのインパルスレスポンスはデータベースとしてファイルに収録されている。正面方向の空間レスポンスとヘッドホンレスポンスはLPC分析のみを行う。斜め方向の空間レスポンスはLPC分析と、次数5程度の粗い精度のFFTを行う。LPC分析の結果得られた線形状予測係数  $a_j$ ,  $j=0, \dots, J$  を用いてケプストラム係数  $C_j$ ,  $j=0, \dots, J$  を得る。一方FFTの位相成分として  $p_j$ ,  $j=0, \dots, J$  を得る。 $j$  は15で十分である。正面方向の空間レスポンスとヘッドホンレスポンスについては、ケプストラム係数のクラスタリングを行う。斜め方向の空間レスポンスは、左右のケプストラム係数の差分  $C_j = C_{j,1} - C_{j,2}$  とFFTの位相成分とを併せてクラスタリングする。ケプストラムは対数スペクトルを表わすため、その差分を計算することは、周波数領域の除算結果である  $S_{d,1}(s)$  を時間領域に戻してからLPCケプストラムを求めるのと等価である。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の頭外定位ヘッドホン受聴装置は、利用者本人の頭部と外耳周辺部分を用いたインパルスレスポンスの測定を必要とせず、頭外定位に必要なフィルタを既存のデータベースから生成することができる。そのため、本発明の受聴装置を不特性の利用者が用いる場合も、本人の頭部でインパルスレスポンスを測定した場合と同様な性能で 사용할ことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す分類によって生成した頭外定位フィルタを用いた頭外定位ヘッドホン受聴装置のブロック図

【図2】上記実施例の分類すべき空間インパルスレスポンスの例を示す時間領域の波形図

【図3】インパルスレスポンスの分類手順の実施例を示す手順図を示し、(イ)は斜め方向の空間インパルスレスポンスのクラスタリングの手順図、(ロ)は正中面方向の空間インパルスレスポンス及びヘッドホンレスポ

# スの分類手順図

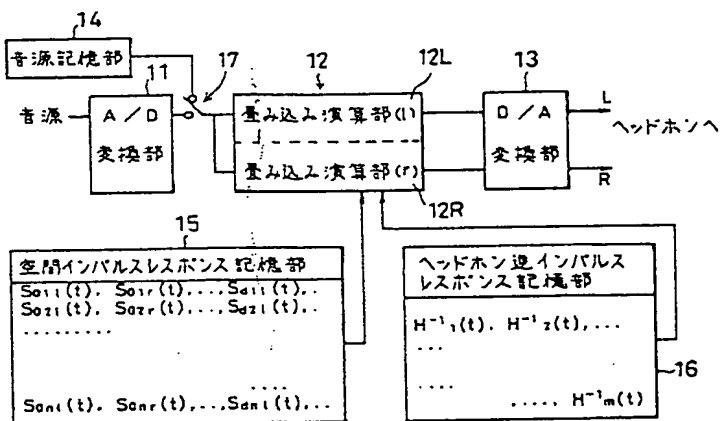
【図4】本発明の基となる頭外定位の原理の説明図を示し、(イ)は実空間で音源の定位を知覚する場合の説明図、(ロ)はラウドスピーカから放射される仮想音源の定位を知覚する場合の説明図、(ハ)はヘッドホン、音像定位制御フィルタを用いて仮想の定位を知覚する場合の説明図

【図5】基本的な畳み込み装置の構成図

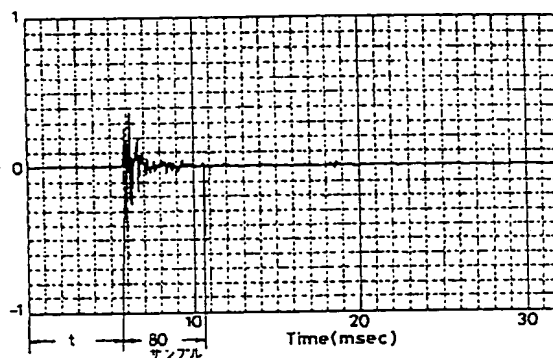
## 【符号の説明】

- 11…A/D変換部
- 12…畳み込み演算部
- 13…D/A変換部
- 14…音源記憶部
- 15…空間インパルスレスポンス記憶部
- 16…ヘッドホン逆インパルスレスポンス記憶部

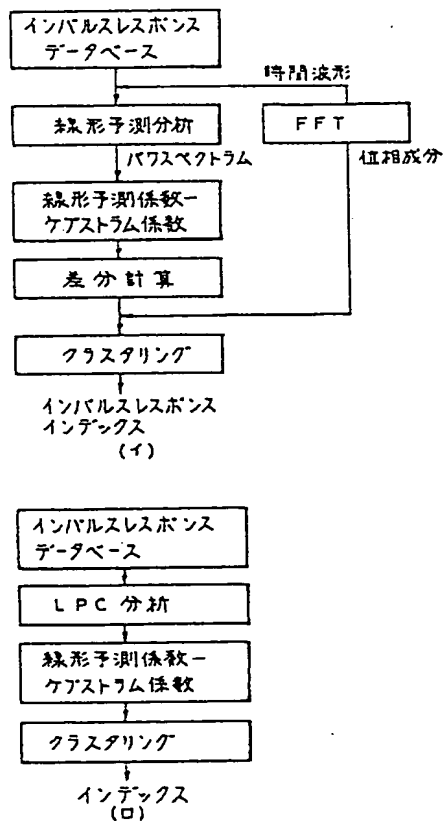
【図1】



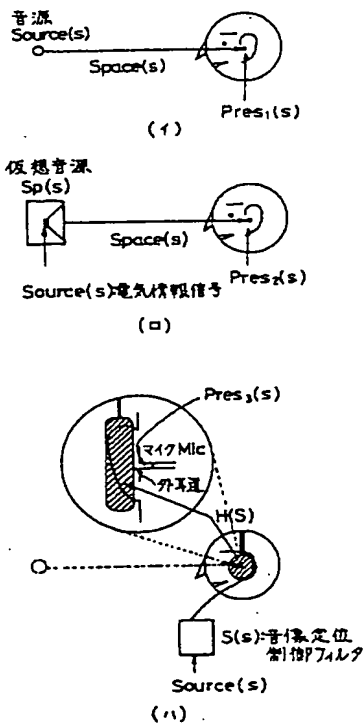
【図2】



【図3】



【図4】





【図5】

